

Application Brief

伺服驅動器中的精密 ADC



Taiwo Arojoye

Precision ADCs

簡介

伺服驅動器可為伺服馬達供電，以維持由伺服驅動控制器設定的速度和扭力。伺服馬達使用三相交流電壓供電，產生旋轉磁場。控制器會告知伺服驅動器馬達的旋轉速度，以及馬達的移動方向。馬達上有一個編碼器，可偵測馬達的實際速度和位置，並將其送回伺服驅動器，伺服驅動器現在可持續調整速度和位置資料。伺服驅動器中類比轉數位轉換器 (ADC) 的使用案例包括：

1. 測量電流感測器的輸出
2. 類比來自 PLC 或動作控制器的控制輸入
3. 內插來自增量正弦 / 餘弦編碼器的正弦 / 餘弦訊號

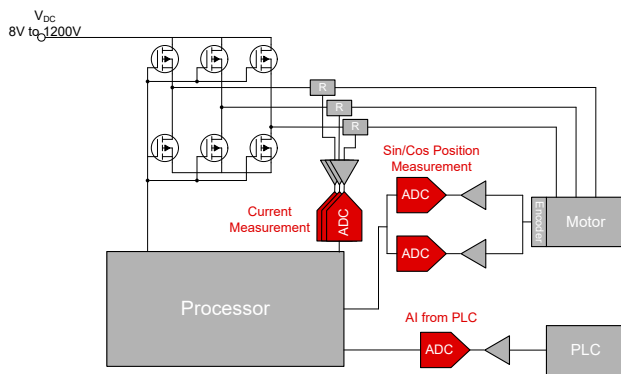


图 1. 伺服驅動器原理圖

測量電流感測器的輸出

在伺服驅動器內，內部 3 相逆變器從電源供應器取得 DC 電壓，並透過脈衝寬度調變器 (PWM) 轉換為 AC 電壓。PWM 的工作週期控制施加在電機上的電流 / 扭矩。當占空比接近 0% 時，電流 / 扭矩為最小值。當占空比接近 100% 時，電流 / 扭矩為最大值。PWM 會持續改變工作週期，以產生正弦 AC 訊號。此 AC 訊號可為馬達供電並旋轉。處理器使用電流量測來更新 PWM 工作週期。電流感測器與 ADC 配對以測量電流，並將類比輸出轉換為數位輸出，然後再傳送至處理器，如圖 2 中所示。

電流感測器有許多不同類型，例如 LEM 電流感測器，VAC 電流感測器，霍爾效應電流感測器，電流感測放大器等，例如 TI 提供的 [TMCS1123](#)，[AMC1300](#) 和 [INA241A](#)。這些電流感測器的輸出為類比，需要透過 ADC 數位化，以便處理器讀取。電流感測器具有各種輸出類型，包括差動，虛擬差動及單端。這些輸出類型

需要類比電路將其轉換為單端訊號，因此更容易使用具虛擬差動 / 差動輸入的 ADC。[ADS8350](#)，[ADS7850](#)，[ADS7250](#) 和 [ADS704x/ADS705x](#) 系列提供具有差動和虛擬差動輸入的多種設備。ADC 的輸入範圍也十分重要，且可與電流感測器的輸出範圍相符。部分感測器如 LEM 感測器，可能具有 -10V 至 10V 輸出。由於 [ADS8681](#) 具有整合式 PGA，因此 [ADS8681](#) 無需外部元件即可直接接收此電壓。表 1 將更深入探討涵蓋多種輸入範圍與電壓的幾部 ADC。

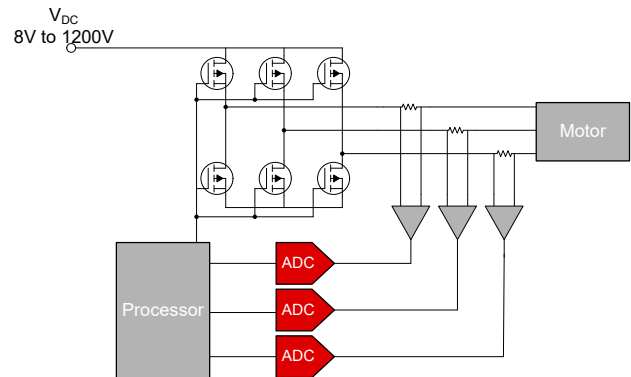


图 2. 測量電流感測器的輸出

表 1. 電流感測器 ADC 裝置建議

裝置	解析度 (位元)	取樣率 (kSPS)	頻道數量
ADS7850 ADS8350	14 / 16	750	2
ADS86xx	10 / 12 / 14	1,000 / 500 / 100	1
ADS704x ADS705x	8 / 10 / 12 / 14	3,000 / 2,500 / 2,000 / 1,000	1

類比 I/O

PLC 或動作控制器等控制器可以使用類比或數位輸出與伺服驅動器通訊。類比控制器常用於傳統系統和低成本系統。控制器通常具有 $\pm 10V$ 輸出。這些類比輸入需要轉換為數位信號，才能被伺服驅動器上的處理器讀取，因此需要使用 ADC。ADC 需要廣泛的輸入電壓範圍，確保 ADC 可以讀取 PLC 的輸出。圖 3 說明如何以電路形式使用 ADC 的範例，且列出的裝置表 2 皆具備 $\pm 10V$ 的輸入範圍。

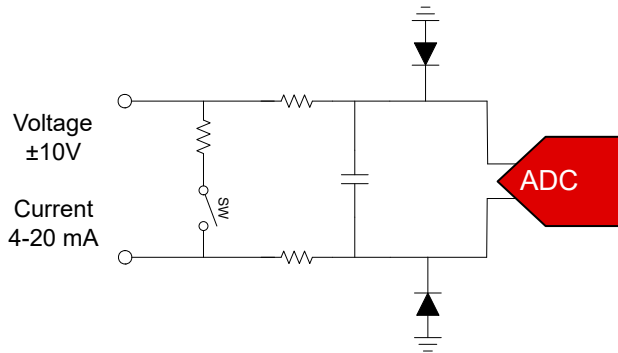


圖 3. 類比 I/O

表 2. 類比 I/O 裝置建議

裝置	解析度 (位元)	取樣率 (kSPS)	頻道數量
ADS8681 / 85 / 89	16	1,000 / 500 / 100	1
ADS8681W / 5W / 9W	16	1,000 / 500 / 100	1
ADS8684 / 88	16	500	4 / 8

伺服驅動器位置回饋

馬達的編碼器用於偵測馬達的實際速度和位置。編碼器以電壓訊號的形式讀取此資訊，並將其送回伺服驅動器，以執行馬達的速度或位置控制。編碼器輸出的類比訊號是 $1V_{PP}$ 正弦 / 餘弦訊號，因此 2 通道放大器加上 2 通道 ADC 可能是一種良好的設計，如圖 4 中所示。處理器使用 ADC 的數位輸出來判斷馬達的速度和位置，因此 ADC 的解析度是基本規格。一般編碼器的頻寬為 500kHz；在馬達速度較快的應用中，編碼器正弦或餘弦訊號的頻寬可能較高。較高的 ADC 取樣率很重要，因為 ADC 可以透過平均處理來改善噪聲性能。就每一個因數 2 而言，平均可使訊噪比 (SNR) 提高約 3dB。在表 3 中，有符合編碼器回饋訊號鏈所需規格的放大器加 ADC 對。

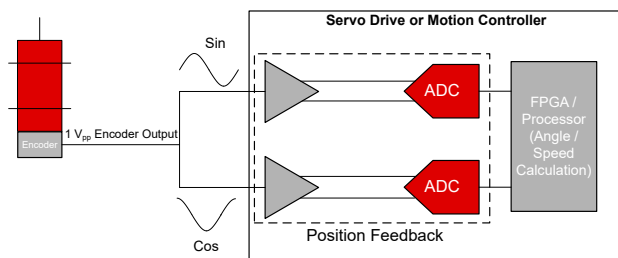


圖 4. 伺服驅動器位置回饋

表 3. 編碼器輸出 ADC 裝置建議

頻寬	裝置	解析度 (位元)	取樣率 (kSPS)	頻道數量
>1MHz	THS4541 + ADS9218 / ADS9219	18	10000 / 20000	2
<1MHz	THS4552 + ADS9234R / ADS9224R	14 / 16	3500 / 3000	2
<200kHz	THS4552 + ADS8354	12 / 14 / 16	700	2

結論

伺服驅動器在許多不同使用案例中都需要 ADC。ADC 可用於測量電源線上電流感測器的輸出，將 PLC 的類比輸出數位化，以及將編碼器接收的類比資料轉換為數位資料。TI 擁有能進行這些量測的強大裝置代表產品。以下文章提供有關伺服驅動器的詳細資訊。

相關文章

德州儀器「適用於馬達編碼器和位置感測的精密 ADC」產品概覽

註冊商標

所有商標均為其各自所有者的財產。

重要聲明與免責聲明

TI 均以「原樣」提供技術性及可靠性數據（包括數據表）、設計資源（包括參考設計）、應用或其他設計建議、網絡工具、安全訊息和其他資源，不保證其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的擔保，包括但不限於對適銷性、適合某特定用途或不侵犯任何第三方知識產權的暗示擔保。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您將對以下行為獨自承擔全部責任：(1) 針對您的應用選擇合適的 TI 產品；(2) 設計、驗證並測試您的應用；(3) 確保您的應用滿足相應標準以及任何其他安全、安保或其他要求。

所述資源如有變更，恕不另行通知。TI 對您使用所述資源的授權僅限於開發資源所涉及 TI 產品的相關應用。除此之外不得複製或展示所述資源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知識產權授權許可。如因使用所述資源而產生任何索賠、賠償、成本、損失及債務等，TI 對此概不負責，並且您須賠償由此對 TI 及其代表造成的損害。

TI 的產品均受 [TI 的銷售條款](#) 或 [ti.com](#) 上其他適用條款，或連同這類 TI 產品提供之適用條款所約束。TI 提供所述資源並不擴展或以其他方式更改 TI 針對 TI 產品所發布的可適用的擔保範圍或擔保免責聲明。

TI 不接受您可能提出的任何附加或不同條款。

郵寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated